

# 大型貫流ボイラ 高効率シリーズ

川重冷熱工業株式会社  
技術総括室 ボイラ技術部  
橋本 賢吉

## 1. はじめに

温室効果ガスの削減が全世界で推進されている昨今、日本でも京都議定書で掲げる目標達成を包含した省エネ法が改正され、社会全体で厳しい削減義務が課せられている。また、エネルギーの国際的な高騰から、産業部門では燃料資源の有効利用を図ることが求められている。ボイラは、産業部門において非常に大きなCO<sub>2</sub>排出源となっており、いかにこれを削減するかが課題となっている。

また、近年のボイラ機種動向では、省スペース性と取り扱いやすさ、また無資格で運転できる利便性から小型貫流ボイラが主流となっている。しかし、使用蒸気量が6000kg/h以上になる中～大規模のユーザにおいては、その設置台数の増加から、運用時の頻繁な発停回数によるエネルギー損失や保守管理の煩瑣が問題になっている。

従来より当社で販売している大型貫流ボイラ「Ifrit」（イフリート）は、換算蒸発量で最大6000kg/hと貫流ボイラとしては大容量であり、小型貫流ボイラに比べ多缶設置時の台数を減少することが可能で省メンテナンスを実現した。

当社は、更なる市場の要求に応えるべく、「Ifrit」を構造から見直し、ボイラ効率の向上を柱とし、本体のコンパクト化と操作性の向上を実現した、ボイラ効率98%の高効率シリーズ「Ifrit Beat」（イフリートビート、写真1参照）を開発した。

本稿では、高効率シリーズ「Ifrit Beat」の特徴、採用技術について紹介する。

## 2. 高効率シリーズの特徴

高効率シリーズ「Ifrit Beat」の仕様を表1に示す。

高効率シリーズは13A都市ガス焼き、最高使用圧力0.98MPaにて、換算蒸発量3000～6000kg/hをライ



写真1 「Ifrit Beat」外観

ンアップしている。更に、最大16台を同時に制御できる台数制御装置と組み合わせることで、最大換算蒸発量96t/hの大容量ユーザにも対応が可能である。また、伝熱面積が30m<sup>2</sup>以下のため、ボイラの設置台数に関係なくボイラ技士免許は不要であり、「ボイラ取扱技能講習」修了者で取り扱うことができる。

### (1) 効率特性

図1に高効率シリーズの効率特性と三位置制御の効率を負荷率に対して比較したものを示す。従来機種「Ifrit」のボイラ効率は96%であったが、高効率シリーズはこれを2ポイント向上し、ボイラ効率98%を実現した。また、「パーナターングウン比6：1」と「燃焼比例積分制御（PI制御）」を採用することにより、ユーザの負荷状況に応じてボイラ負荷17%から100%まで無段階に調整することができる。これは、小容量のボイラに多い三位置制御（Hi - Low - Off）で課題となる、オンオフ回数が多いことによる損失を低減することができる。オンオフによる損失とは、停止・再着火の際のパーズ熱損失や昇圧時のキャリーオーバー、そ

表1 「Ifrit Beat」仕様

ボイラ形式		IF-3000BGE	IF-4000BGE	IF-5000BGE	IF-6000BGE
規格分類		ボイラ			
取扱資格		ボイラ取扱技能講習修了者以上			
換算蒸発量	kg/h	3000	4000	5000	6000
実際蒸発量	kg/h	2516	3354	4192	5031
最高使用圧力	MPa	0.98			
常用圧力	MPa	0.49～0.88			
伝熱面積	m <sup>2</sup>	13.7		19.0	
燃焼制御	-	電気式 比例積分+On Off制御			
F D F 制御	-	INVによる回転数制御			
給水制御	-	INVによる回転数制御			
プロ-制御	-	3位置タイマ制御			
使用燃料	-	都市ガス13A/天然ガス			
排出窒素化合物	ppm	60以下 (O <sub>2</sub> =0%換算値)			
ボイラ効率	%	98			
燃料消費量	m <sup>3</sup> N/h	170.3	227.1	283.9	340.6
給水温度		20～120 (高温給水はオプション対応)			
ボイラ製品質量	kg	3500		5000	

- 注) 1 燃料消費量は、燃料の低位発熱量を40600kJ/m<sup>3</sup>Nとして表示している。  
 2 給水温度が15 を超える場合のボイラ仕様値は実際蒸発量を正とする。  
 3 実際蒸発量は蒸気圧力0.49MPa、給水温度15 で示す。  
 4 ボイラ効率は蒸気圧力0.49MPa、給水温度15、吸気温度35 で示す。

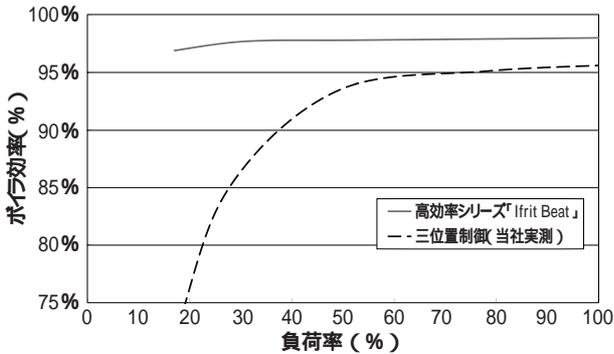


図1 「Ifrit Beat」効率特性と三位置制御の部分負荷効率の比較

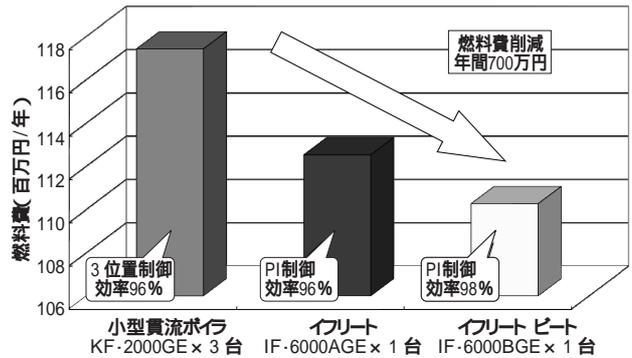


図2 年間燃料費

して、Hi Low切替時における発煙や未燃分発生を抑制するための過剰風量による排ガス熱損失などがある。これら損失は、実負荷変動の下で一般的な三位置制御の小型貫流ボイラと比べると、年間燃料消費量・CO<sub>2</sub>排出量が約6%削減できる。

図2に年間運転時間7200h、平均負荷率60%の条件における当社製品による燃料費の比較、図3にCO<sub>2</sub>排出量の比較を示す。高効率シリーズは三位置制御の小型貫流ボイラと比べると、年間燃料費約700万円の削減、CO<sub>2</sub>排出量では200t・CO<sub>2</sub>の削減が可能となる。

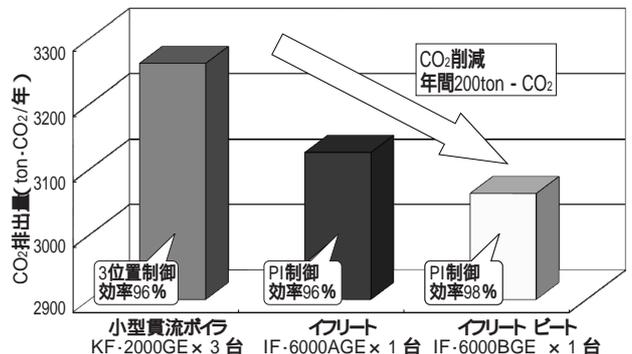


図3 年間CO<sub>2</sub>排出量

## (2) 操作性

操作パネルに液晶カラータッチパネルを採用することで、直感的に分かりやすい操作を可能にした。また、操作パネル周りにはLED表示灯を配置し、ボイラの運転状態が表示灯の色によりひと目で確認することができる。

具体的には、常にボイラ及び補機の状態と瞬時データを確認できる他、トレンドグラフの表示、前日までの積算表示などができる。また、お知らせ・異常表示を充実することで、異常が発生した際、その要因と対処方法をパネルに表示し、ユーザが迅速かつ適切に対処することができる。

## (3) コンパクト

IF-6000BGE × 1 台 (Ifrit Beat・換算蒸発量 6000kg/h) の設置スペースは、同容量であるKF-2000 × 3 台 (当社小型貫流ボイラ・換算蒸発量 2000kg/h) と比較すると、面積比で約25%の省スペースとなる。缶体のコンパクト化、機器配置の最適化により大幅に外形サイズを削減した。

また、缶体のコンパクト化や部品の軽量化による省資源化をはじめ、製造工程の最適化を図ったことから生産にかかるCO<sub>2</sub>排出量も削減した。

## 3. 省エネ機能の追加

ボイラ運用における省エネの方策として、年間を通じた空燃比の管理が大きなポイントである。ボイラの燃焼用空気の密度は温度や気圧に依存するため、季節や環境の変化に大きく影響を受ける。夏場と冬場の気温の違いにより空燃比が大きく変化する。

図4に気温による空燃比の変化を表したグラフを示す。

一般に、夏場などで空気温度が高くなると、空気密度が減少することで排ガスO<sub>2</sub>濃度が下がり、空燃比が設定値より下がる。また、冬場などで空気温度が下がると、空気密度が増加することで排ガスO<sub>2</sub>濃度が上がり、空燃比が上がる。

空燃比が下がると、燃焼が不安定になりやすく、有害なCOやNO<sub>x</sub>を多量に排出してしまう恐れがある。一方、空燃比が上がると、過剰通風による排ガス熱損失が発生する。また送風機動力の無駄使いに

もなり、二重で損失することになる。

通常、ボイラは一度燃焼調整を実施すれば、季節ごとに定期的な空燃比の再調整をすることは少ない。先述の通り空燃比が低下することは危険であることから、夏季の空燃比低下対策のため、燃焼調整時にあらかじめ空燃比を高めめに設定している場合が多く、熱損失や動力損失が多く発生しているのが実情である。

高効率シリーズは、排ガスO<sub>2</sub>制御を導入(オプション対応)することで、こうしたリスクや損失を回避することができる。

排ガスO<sub>2</sub>制御は、O<sub>2</sub>センサにより常に排ガスO<sub>2</sub>濃度を監視し、送風機インバータを制御することで、外気の季節変動等に影響を受けることなく、最適な空燃比を一定に維持する制御である。

燃焼の最適化を図ることで、排ガス損失を低減し、更なる高効率化を可能とした。

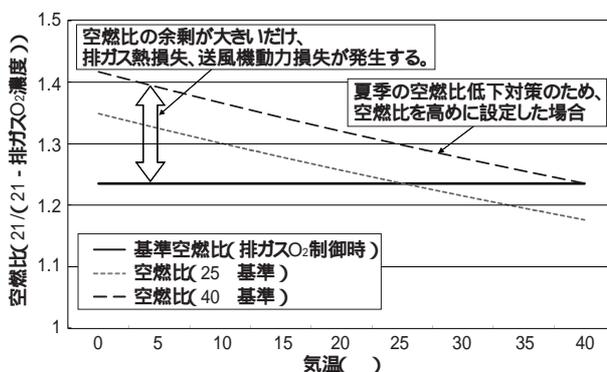


図4 気温による空燃比の変化

## 4. おわりに

ボイラメーカーとして、製品による省エネは至上命題であるが、ボイラ単体としての効率は上限に近いレベルに達している。

今後目指す技術目標としては、環境負荷の低減と実効効率の向上であると考えている。

当社は今後も熱利用の最適化を目指した商品・サービスを積極的に開発していく所存である。